

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-329397

(43)Date of publication of application : 19.11.2003

(51)Int.Cl. F41J 5/02
G01B 11/00
H01L 31/16
// A63F 9/02

(21)Application number : 2002-135305

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 10.05.2002

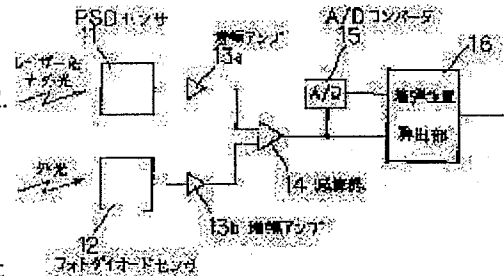
(72)Inventor : ANDO TADASHI
WATABE YOJI

(54) TARGET DEVICE AND LIGHT DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect an impact position of a laser beam in a target plate without causing mixing of noise and a malfunction without using an optical filter.

SOLUTION: An electric current is generated on the basis of the impact position of the beam received by a PSD sensor 11, and an electric current is generated on the basis of the external light by a photodiode sensor 12. An electric current generated by the photodiode sensor 12, and amplified by an amplifying amplifier 13b is subtracted from an electric current generated by the PSD sensor 11, and amplified by an amplifying amplifier 13a in an attenuator 14, and an external light component is removed thereby. Afterwards, an impact position calculating means 16 detects the beam shot from a laser gun on the basis of a value of removing the external light component, and detects the impact position of the beam.



(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テーマコード* (参考)

F 4 1 J 5/02

F 4 1 J 5/02

2 C 0 1 4

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

C 2 F 0 6 5

H 0 1 L 31/16

H 0 1 L 31/16

B

// A 6 3 F 9/02

A 6 3 F 9/02

B

D

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2002-135305(P2002-135305)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(22) 出願日

平成14年5月10日 (2002.5.10)

(72) 発明者 安藤 正

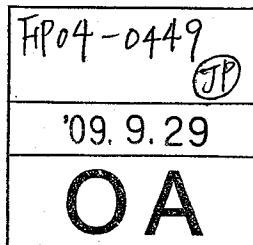
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(72) 発明者 渡部 洋士

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内

(74) 代理人 100088328

弁理士 金田 暢之 (外2名)



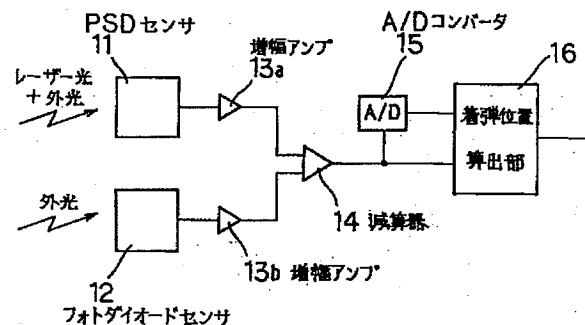
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 標的装置及び光検出装置

(57) 【要約】

【課題】 光学フィルタを用いることなく、標的板におけるレーザー光の着弾位置をノイズの混入や誤動作を生じさせずに検出する。

【解決手段】 PSDセンサ11にて受光した光の着弾位置に基づく電流を発生させ、また、フォトダイオードセンサ12にて外光に基づく電流を発生させる。減衰器14において、PSDセンサ11にて発生して増幅アンプ13aにて増幅された電流から、フォトダイオードセンサ12にて発生して増幅アンプ13bにて増幅された電流を減算し、それにより、外光成分を除去する。その後、着弾位置算出部16において、外光成分が除去された値に基づいて、レーザー銃から発射された光を検出するとともに、光の着弾位置を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を発射する光銃から発射された光が着弾する標的板が装着され、前記標的板における着弾位置を検出する標的装置であって、

前記標的板に着弾した光の成分から外光成分を減算することにより前記外光成分を除去し、前記外光成分が除去された光の成分に基づいて、前記光銃から発射された光を認識するとともに前記標的板における前記光の着弾位置を検出することを特徴とする標的装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の標的装置において、前記標的板にて着弾した光を受光し、着弾位置に基づく電流を発生させる受光位置検知手段と、前記標的装置にて受光する外光に基づく電流を発生させる外光検知手段と、

前記受光位置検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧を減算して出力する減算手段と、

前記減算手段から出力された電流値もしくは電圧値に基づいて、前記光銃から発射された光を認識するとともに前記標的板における前記光の着弾位置を算出する位置算出手段とを有することを特徴とする標的装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の標的装置において、前記位置算出手段は、前記光銃から発射された光に含まれる着弾位置検出信号を検出することにより前記光銃から発射された光を認識することを特徴とする標的装置。

【請求項 4】 請求項 2 または請求項 3 に記載の標的装置において、

前記受光位置検知手段は、前記着弾位置の x 軸方向の位置に基づく第 1 の電流と、前記着弾位置の y 軸方向の位置に基づく第 2 の電流とを発生させ、

前記位置算出手段は、前記第 1 の電流もしくは該第 1 の電流に基づく電圧から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧が減算された値と、前記第 1 の電流と前記第 2 の電流とを加算した値もしくは前記第 1 の電流に基づく電圧と前記第 2 の電流に基づく電圧とを加算した値から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧が減算された値とから前記着弾位置における x 座標を算出し、前記第 2 の電流もしくは該第 2 の電流に基づく電圧から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧が減算された値と、前記第 1 の電流と前記第 2 の電流とを加算した値もしくは前記第 1 の電流に基づく電圧と前記第 2 の電流に基づく電圧とを加算した値から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧が減算された値とから前記着弾位置における y 座標を算出することを特徴とする標的装置。

【請求項 5】 所定のパルス信号を有する光を受光し、前記光の受光位置を検出する光検出装置であって、受光した光の成分から外光成分を減算することにより前

記外光成分を除去し、前記外光成分が除去された光の成分に基づいて、前記パルス信号を検出するとともに前記パルス信号を有する光の受光位置を検出することを特徴とする光検出装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の光検出装置において、前記光を受光し、前記受光位置に基づく電流を発生させる受光位置検知手段と、

前記光検出装置にて受光する外光に基づく電流を発生させる外光検知手段と、

10 前記受光位置検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧を減算して出力する減算手段と、

前記減算手段から出力された電流値もしくは電圧値に基づいて、前記パルス信号を検出するとともに該パルス信号を有する光の受光位置を算出する位置算出手段とを有することを特徴とする光検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20 【発明の属する技術分野】本発明は、レーザー光等の光を受光し、その受光位置を検出する標的装置及び光検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、射撃、弓道、アーチェリー等が盛んに行われている。現在では、弓道やアーチェリーだけでなく、射撃も競技として取り入れられており、エアライフル銃あるいはレーザー銃から射撃対象の標的に向けて弾丸またはレーザー光を発射し、標的上の的中精度によって得点を競う射撃競技などが行われるようになっている。

【0003】図 5 は、レーザー光を発射するレーザー銃を用いて射撃を行う射撃システムの一構成例を示す図である。

【0004】本従来例は図 5 に示すように、射撃手が操作することによりレーザー光 130 を発射するレーザー銃 120 と、レーザー銃 120 から発射されたレーザー光 130 が着弾する標的板 140 が装着され、標的板 140 におけるレーザー光 130 の着弾位置を検出する標的装置 110 と、標的装置 110 における着弾結果を表示する表示用装置 191 と、標的装置 110 と表示用装置 191 とを接続するためのスイッチングユニット 192 とから構成されている。なお、レーザー銃 120 と標的装置 110 とは、射撃競技として予め決められた距離だけ離れた場所に設けられている。また、スイッチングユニット 192 は、10BASE-T の LAN193 のスイッチング HUB である。

【0005】以下に、上記のように構成された射撃システムにて射撃を行った場合の処理の流れについて説明する。

50 【0006】射撃手が、レーザー銃 120 を標的装置 1

10の方向に向けた状態で、レーザー銃120の引き金を引く等、レーザー銃120からレーザー光130が発射されるような操作を行うと、レーザー光130がレーザー銃120から発射される。なお、レーザー銃120から発射されるレーザー光130の光源としては、例えば、半導体レーザー発振素子が用いられる。

【0007】レーザー銃120から発射されたレーザー光130は、実弾銃の実弾と同様に、レーザー銃120の銃口から発射された後、レーザー銃120が向けられた方向に直進する。

【0008】レーザー銃120から発射されたレーザー光130が、標的装置110に装着された標的板140に着弾すると、標的装置110においてその着弾位置が検出され、検出された着弾位置情報がスイッチングユニット192を介して表示用装置191に送信される。

【0009】表示用装置191においては、標的装置110から送信されてきた着弾位置情報に基づいて射撃の得点が算出され、算出された得点が表示される。なお、表示用装置191においては、射撃手のゼッケン番号等、射撃手を識別可能となる情報や、その射撃手が現在何回目の射撃を行ったか等の情報が登録されているため、射撃手のゼッケン番号、弾番号、その弾番号に対応する得点、総得点、標的板140におけるレーザー光130の着弾位置が、同時に、または時間をおいて表示される。

【0010】図6は、図5に示した標的板140の一例を示す図である。

【0011】図5に示した標的板140は図6に示すように、原点Oを中心とする10個の同心円によって仕切られた10個の環領域（原点Oの周りは円領域）を表面上に有する。これを、得点領域とする。得点領域以外の領域の得点を0点とし、最も外側の環領域（1と表示されている領域）の得点を1点とする。環領域の得点は、原点Oに近づくにつれて1点ずつ増えていき、中心の円領域の得点は10点となる。つまり、このような標的板を用いたときの得点は、標的板140の中心である原点Oからの着弾位置の距離によって決められる。

【0012】図7は、図5に示した標的装置110の構成を示すブロック図である。

【0013】本従来例における標的装置110は図7に示すように、レーザー銃120から発射され、標的板140に着弾したレーザー光130を受光し、レーザー銃120から発射されたレーザー光130の波長を有する光のみを通過させるバンドパスフィルタからなる光学フィルタ117と、レーザー銃120から発射され、光学フィルタ117を通過した光を受光し、受光した光量及び標的装置110に装着された標的板140におけるレーザー光130の着弾位置に基づく電流を発生させるPSD (Position Sensitive Detector) センサ111と、PSDセンサ111にて発生した電流による信号を

増幅して出力する増幅アンプ113aと、増幅アンプ113aから出力された信号を所定のタイミングでサンプリングして出力するサンプル/ホールド回路118と、サンプル/ホールド回路118から出力された信号をデジタル信号に変換して出力するA/Dコンバータ115と、標的装置110にて受光した外光の光量に基づく電流を発生するフォトダイオードセンサ112と、フォトダイオードセンサ112にて発生した電流による信号を増幅して出力する増幅アンプ113bと、増幅アンプ113aから出力された信号から増幅アンプ113bから出力された信号を減算して出力する減算器114と、A/Dコンバータ115から出力されたデジタル信号に基づいて、標的装置110に装着された標的板140におけるレーザー光130の着弾位置を算出するとともに、減算器114から出力された信号に基づいて、レーザー銃120から発射されるレーザー光130に含まれる、レーザー光130を識別するための着弾位置検出信号を検出する着弾位置算出部116とから構成されている。

【0014】以下に、上記のように構成された標的装置110の動作について説明する。

【0015】図8は、図5及び図7に示した標的装置110の動作を説明するための図であり、(a)は増幅アンプ113aから出力された信号の波形図、(b)は増幅アンプ113bから出力された信号の波形図、(c)は減算器114から出力された信号の波形図である。

【0016】レーザー銃120から発射されたレーザー光130が、標的装置110に装着された標的板140に着弾すると、標的板140に着弾したレーザー光130は、標的装置110内の光学フィルタ117にて受光され、レーザー銃120から発射されたレーザー光130の波長を有する光のみが光学フィルタ117を通過してPSDセンサ111にて受光される。

【0017】PSDセンサ111においては、光学フィルタ117を介して受光した光量及び標的装置110に装着された標的板140におけるレーザー光130の着弾位置に基づく電流が発生する。PSDセンサ111は、受光した光に基づいた電流が発生する2次元電流生成膜を有しており、光学フィルタ117を通過した光を受光する2次元電流生成膜の座標位置を(x, y)とすると、2次元電流生成膜では、その座標位置(x, y)に2次元的に、かつ線形に対応する電流がその膜内で生成される。具体的には、x軸方向には、互いに逆方向の2つの電流（電流値をそれぞれ I_{x1} 、 I_{x2} とする）が発生し、また、y軸方向にも、互いに逆方向の2つの電流（電流値をそれぞれ I_{y1} 、 I_{y2} とする）が発生する。

【0018】PSDセンサ111からは、上述した、x軸方向の電流(I_{x1} 、 I_{x2})による信号と、y軸方向の電流(I_{y1} 、 I_{y2})による信号とが出力されるが、実際には、PSDセンサ111においては、レーザ

一光130の波長を有していることで光学フィルタ117を通過した外光も受光されるため、PSDセンサ111から出力される信号は、上述したx軸方向の電流とy軸方向の電流とのそれぞれに、標的装置110にて受光した外光のうち光学フィルタ117を通過した外光により発生した電流が加算されたものとなっている。また、PSDセンサ111からは、x軸方向の電流とy軸方向の電流との和が、光学フィルタ117を介して受光された光量Σを示す信号として出力される。

【0019】PSDセンサ111から出力されたこれらの信号は、増幅アンプ113aにおいてそれぞれ増幅されて出力される。

【0020】増幅アンプ113aから出力されたこれらの信号は、図8(a)に示すように、レーザー銃120から発射されたレーザー光130による波形部分101と、標的装置110にて受光した外光のうち光学フィルタ117を通過してPSDセンサ111にて受光された外光による波形部分102aとが加算された波形を有している。

【0021】一方、フォトダイオードセンサ112においては、標的装置110にて受光された外光のみに基づく電流が発生し、この電流による信号が増幅アンプ113bにて増幅されて出力される。

【0022】増幅アンプ113bから出力された信号は、図8(b)に示すように、標的装置110にて受光された外光による波形部分102bのみから構成された波形を有している。

【0023】増幅アンプ113aから出力された信号は、サンプル/ホールド回路118に入力され、サンプル/ホールド回路118において、増幅アンプ113aから出力された信号のうちレーザー銃120から発射されたレーザー光130による信号が、レーザー光130が標的装置110にて受光されたタイミングでサンプリングされ、それにより、レーザー光130の変化量が検出され、その変化量による信号が出力される。これにより、増幅アンプ113aから出力された信号から、レーザー光130の波長を有していることで光学フィルタ117を通過した外光成分が除去され、レーザー銃120から発射されたレーザー光130のみによる信号が抽出されることになる。

【0024】サンプル/ホールド回路118から出力された信号はA/Dコンバータ115にてデジタル信号に変換され、着弾位置算出部116に入力される。 *

$$x = k(I_{x2} - I_{x1}) / (I_{x2} + I_{x1}) \quad (1)$$

$$y = k(I_{y2} - I_{y1}) / (I_{y2} + I_{y1}) \quad (2)$$

ここで、 $I_{x2} - I_{x1}$ と $I_{y2} - I_{y1}$ とがともに零となる光点位置は、PSDセンサ111の電氣的、機械的座標原点(0, 0)として定められる。標的板140は、PSDセンサ111に対して規定される許容範囲の精度で2次的に位置決めされる必要がある。

* 【0025】また、減算器114においては、図8

(a)に示したような増幅アンプ113aから出力された信号から、図8(b)に示したような増幅アンプ113bから出力された信号が減算され、それにより、図8(c)に示すような、レーザー銃120から発射されたレーザー光130のみによる信号が抽出され、その後、図8(c)に示すような信号は着弾位置算出部116に入力される。

【0026】着弾位置算出部116においては、減算器114から出力された信号に基づいて、レーザー銃120から発射されるレーザー光130に含まれる着弾位置検出信号が検出されるとともに、A/Dコンバータ115から出力されたデジタル信号に基づいて、標的装置110に装着された標的板140におけるレーザー光130の着弾位置が算出される。

【0027】まず、減算器114から出力された信号が着弾位置算出部116に入力されると、着弾位置算出部116において、減算器114から出力された信号のうち光量Σを示す信号の電流値が電圧値に変換され、その電圧値に応じて、レーザー銃120から発射されるレーザー光130に含まれる、レーザー光130を識別するための着弾位置検出信号が検出される。

【0028】ここで、レーザー銃120においては、レーザー光130が発射された場合に、そのレーザー光130がレーザー銃120から発射されたものであることを識別するために所定の周期及び光量を有する着弾位置検出信号が出力されている。このため、着弾位置算出部116において、減算器114から出力された信号のうち光量Σを示す信号の電圧値を用いて、レーザー銃120から発射されるレーザー光130に含まれる着弾位置検出信号が検出されることにより、標的装置110にて受光されたレーザー光がレーザー銃120から発射されたものであることが認識されることになる。

【0029】また、A/Dコンバータ115から出力された信号が着弾位置算出部116に入力されると、着弾位置算出部116において、A/Dコンバータ115から出力された信号のうち、レーザー光130の着弾位置に応じて発生した電流値 I_{x1} 、 I_{x2} 、 I_{y1} 、 I_{y2} を用いて以下の式によって、標的装置110に装着された標的板140におけるレーザー光130の着弾位置が算出される。

【0030】

【0031】また、上述した式を用いて算出された着弾位置(x, y)はPSDセンサ111の特性で光量Σによって影響を受けるため、着弾位置算出部116においては、その後、これら(x, y)の値を光量Σを示す信号で割ることにより、標的板140におけるレーザー光

130の着弾位置が補正される。

【0032】このように、図5及び図7に示した標的装置110においては、レーザー銃120から発射されたレーザー光130と異なる波長を有する外光を光学フィルタ117にて除去し、その後、レーザー銃120から発射されたレーザー光130の変化量を検出することにより、レーザー銃120から発射されたレーザー光130のみによる信号を検出してこの信号に基づいてレーザー光130の標的板140における着弾位置を検出し、また、レーザー銃120から発射されたレーザー光130の波長を有する外光を、光学フィルタ117を通過した光からフォトダイオードセンサ112にて受光された外光を減算することにより除去することによって、レーザー銃120から発射されたレーザー光130に含まれる着弾位置検出信号を検出し、それにより、ノイズの混入や誤動作を生じさせることなく、レーザー銃120から発射されたレーザー光130の標的板140における着弾位置が検出されている。

【0033】

【発明が解決しようとする課題】上述したような従来の標的装置においては、レーザー銃から発射されたレーザー光の標的板における着弾位置を、ノイズの混入や誤動作を生じさせずに検出するために、まず、レーザー銃から発射されたレーザー光と異なる波長を有する外光を光学フィルタにて除去し、その後、レーザー銃から発射されたレーザー光の変化量を検出することにより、レーザー銃から発射されたレーザー光のみによる信号を検出してこの信号に基づいてレーザー光の標的板における着弾位置を検出し、また、レーザー銃から発射されたレーザー光の波長を有する外光を、光学フィルタを通過した光からフォトダイオードセンサにて受光された外光を減算することにより除去することによって、レーザー銃から発射されたレーザー光に含まれる着弾位置検出信号を検出しているが、レーザー銃から発射されたレーザー光と異なる波長を有する外光を除去するために用いられる光学フィルタは高価なものであるため、光学フィルタを用いるだけでも製造コストが増加してしまい、製造コストを低減することが困難となってしまうという問題点がある。

【0034】本発明は、上述したような従来の技術が有する問題点を鑑みてなされたものであって、光学フィルタを用いることなく、標的板におけるレーザー光の着弾位置をノイズの混入や誤動作を生じさせずに検出することができる標的装置を提供することを目的とする。

【0035】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、光を発射する光銃から発射された光が着弾する標的板が装着され、前記標的板における着弾位置を検出する標的装置であって、前記標的板に着弾した光の成分から外光成分を減算することにより前記外光成分を

除去し、前記外光成分が除去された光の成分に基づいて、前記光銃から発射された光を認識するとともに前記標的板における前記光の着弾位置を検出することを特徴とする。

【0036】また、前記標的板にて着弾した光を受光し、着弾位置に基づく電流を発生させる受光位置検知手段と、前記標的装置にて受光する外光に基づく電流を発生させる外光検知手段と、前記受光位置検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧を減算して出力する減算手段と、前記減算手段から出力された電流値もしくは電圧値に基づいて、前記光銃から発射された光を認識するとともに前記標的板における前記光の着弾位置を算出する位置算出手段とを有することを特徴とする。

【0037】また、前記位置算出手段は、前記光銃から発射された光に含まれる着弾位置検出信号を検出することにより前記光銃から発射された光を認識することを特徴とする。

【0038】また、前記受光位置検知手段は、前記着弾位置のx軸方向の位置に基づく第1の電流と、前記着弾位置のy軸方向の位置に基づく第2の電流とを発生させ、前記位置算出手段は、前記第1の電流もしくは該第1の電流に基づく電圧から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧が減算された値と、前記第1の電流と前記第2の電流とを加算した値もしくは前記第1の電流に基づく電圧と前記第2の電流に基づく電圧とを加算した値から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧が減算された値とから前記着弾位置におけるx座標を算出し、前記第2の電流もしくは該第2の電流に基づく電圧から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧が減算された値と、前記第1の電流と前記第2の電流とを加算した値もしくは前記第1の電流に基づく電圧と前記第2の電流に基づく電圧とを加算した値から前記外光検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧が減算された値とから前記着弾位置におけるy座標を算出することを特徴とする。

【0039】また、所定のパルス信号を有する光を受光し、前記光の受光位置を検出する光検出装置であって、受光した光の成分から外光成分を減算することにより前記外光成分を除去し、前記外光成分が除去された光の成分に基づいて、前記パルス信号を検出するとともに前記パルス信号を有する光の受光位置を検出することを特徴とする。

【0040】また、前記光を受光し、前記受光位置に基づく電流を発生させる受光位置検知手段と、前記光検出装置にて受光する外光に基づく電流を発生させる外光検知手段と、前記受光位置検知手段にて発生した電流もしくは該電流に基づく電圧から前記外光検知手段にて発生

した電流もしくは該電流に基づく電圧を減算して出力する減算手段と、前記減算手段から出力された電流値もしくは電圧値に基づいて、前記パルス信号を検出するとともに該パルス信号を有する光の受光位置を算出する位置算出手段とを有することを特徴とする。

【0041】（作用）上記のように構成された本発明においては、光を発射する光銃から発射された光が標的板に着弾すると、標的板に着弾した光が受光位置検出手段にて受光され、受光位置検出手段において、標的板における光の着弾位置に基づく電流が発生する。また、外光検出手段において、標的装置にて受光される外光に基づく電流が発生する。受光位置検出手段にて発生した電流もしくはこの電流に基づく電圧値と外光検出手段にて発生した電流もしくはこの電流に基づく電圧値とは減算手段に入力され、減算手段において、受光位置検出手段にて発生した電流もしくはこの電流に基づく電圧値から外光検出手段にて発生した電流もしくはこの電流に基づく電圧値が減算されて出力される。これにより、受光位置検出手段にて発生した電流から外光成分が除去されることになる。その後、位置算出手段において、減算手段から出力された電流値もしくは電圧値に基づいて、光銃から発射された光が認識されるとともに標的板における光の着弾位置が算出される。

【0042】このように、受光位置検出手段にて発生した電流もしくはこの電流に基づく電圧から外光検出手段にて外光に基づいて発生した電流もしくはこの電流に基づく電圧が減算され、この減算結果を用いて、光銃から発射された光が認識されるとともに光の標的板における着弾位置が算出されるので、受光位置検出手段にて受光される光を、光学フィルタを用いて特定の波長を有するものに限定することなく、標的板におけるレーザー光の着弾位置が、ノイズの混入や誤動作が生じずに検出されることになる。

【0043】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0044】図1は、本発明の標的装置が用いられる射撃システムの実施の一形態を示す図である。

【0045】本形態は図1に示すように、射撃手が操作することによりレーザー光30を発射するレーザー銃20と、レーザー銃20から発射されたレーザー光30が着弾する標的板40が装着され、標的板40におけるレーザー光30の着弾位置を検出する標的装置10と、標的装置10における着弾結果を表示する表示用装置91と、標的装置10と表示用装置91とを接続するためのスイッチングユニット92とから構成されている。なお、レーザー銃20と標的装置10とは、射撃競技として予め決められた距離だけ離れた場所に設けられている。また、スイッチングユニット92は、10BASE-TのLAN93のスイッチングHUBである。

【0046】以下に、上記のように構成された射撃システムにて射撃を行った場合の処理の流れについて説明する。

【0047】射撃手が、レーザー銃20を標的装置10の方向に向けた状態で、レーザー銃20の引き金を引く等、レーザー銃20からレーザー光30が発射されるような操作を行うと、レーザー光30がレーザー銃20から発射される。なお、レーザー銃20から発射されるレーザー光30の光源としては、例えば、半導体レーザー発振素子が用いられる。

【0048】レーザー銃20から発射されたレーザー光30は、実弾銃の実弾と同様に、レーザー銃20の銃口から発射された後、レーザー銃20が向けられた方向に直進する。

【0049】レーザー銃20から発射されたレーザー光30が、標的装置10に装着された標的板40に着弾すると、標的装置10においてその着弾位置が検出され、検出された着弾位置情報がスイッチングユニット92を介して表示用装置91に送信される。

【0050】表示用装置91においては、標的装置10から送信されてきた着弾位置情報に基づいて射撃の得点が算出され、算出された得点が表示される。なお、表示用装置91においては、射撃手のゼッケン番号等、射撃手を識別可能となる情報や、その射撃手が現在何回目の射撃を行ったか等の情報が登録されているため、射撃手のゼッケン番号、弾番号、その弾番号に対応する得点、総得点、標的板40におけるレーザー光30の着弾位置が、同時に、または時間を置いて表示される。

【0051】図2は、図1に示した標的板40の一例を示す図である。

【0052】図1に示した標的板40は図2に示すように、原点Oを中心とする10個の同心円によって仕切られた10個の環領域（原点Oの周りは円領域）を表面上に有する。これを、得点領域とする。得点領域以外の領域の得点を0点とし、最も外側の環領域（1と表示されている領域）の得点を1点とする。環領域の得点は、原点Oに近づくにつれて1点ずつ増えていき、中心の円領域の得点は10点となる。つまり、このような標的板を用いたときの得点は、標的板40の中心である原点Oからの着弾位置の距離によって決められる。

【0053】図3は、図1に示した標的装置10の構成を示すブロック図である。

【0054】本形態における標的装置10は図3に示すように、レーザー銃20から発射され、標的板40に着弾したレーザー光30を受光し、受光した光量及び標的装置10に装着された標的板40におけるレーザー光30の着弾位置に基づく電流を発生させる受光位置検出手段であるPSD（Position Sensitive Detector）センサ11と、PSDセンサ11にて発生した電流による信号を増幅して出力する増幅アンプ13aと、標的装置1

0にて受光した外光の光量に基づく電流を発生する外光検知手段であるフォトダイオードセンサ12と、フォトダイオードセンサ12にて発生した電流による信号を増幅して出力する増幅アンプ13bと、増幅アンプ13aから出力された信号から増幅アンプ13bから出力された信号を減算して出力する減算器14と、減算器14から出力された信号をデジタル信号に変換して出力するA/Dコンバータ15と、A/Dコンバータ15から出力されたデジタル信号に基づいて、標的装置10に装着された標的板40におけるレーザー光30の着弾位置を算出するとともに、減算器14から出力された信号に基づいて、レーザー銃20から発射されるレーザー光30に含まれる、レーザー光30を識別するための着弾位置検出信号を検出する位置算出手段である着弾位置算出部16とから構成されている。

【0055】以下に、上記のように構成された標的装置10の動作について説明する。

【0056】図4は、図1及び図3に示した標的装置10の動作を説明するための図であり、(a)は増幅アンプ13aから出力された信号の波形図、(b)は増幅アンプ13bから出力された信号の波形図、(c)は減算器14から出力された信号の波形図である。

【0057】レーザー銃20から発射されたレーザー光30が、標的装置10に装着された標的板40に着弾すると、標的板40に着弾したレーザー光30は、標的装置10内のPSDセンサ11にて受光される。

【0058】PSDセンサ11においては、受光した光量及び標的装置10に装着された標的板40におけるレーザー光30の着弾位置に基づく電流が発生する。PSDセンサ11は、受光した光に基づいた電流が発生する2次元電流生成膜を有しており、光を受光する2次元電流生成膜の座標位置を(x, y)とすると、2次元電流生成膜では、その座標位置(x, y)に2次元的に、かつ線形に対応する電流がその膜内で生成される。具体的には、x軸方向には、互いに逆方向の2つの電流(電流値をそれぞれ I_{x1} 、 I_{x2} とする)が発生し、また、y軸方向にも、互いに逆方向の2つの電流(電流値をそれぞれ I_{y1} 、 I_{y2} とする)が発生する。

【0059】PSDセンサ11からは、上述した、x軸方向の電流(I_{x1} 、 I_{x2})による信号と、y軸方向の電流(I_{y1} 、 I_{y2})による信号とが出力されるが、実際には、PSDセンサ11においては、標的装置10にて受光した外光も受光されるため、PSDセンサ11から出力される信号は、上述したx軸方向の電流とy軸方向の電流とのそれぞれに、標的装置10にて受光した外光により発生した電流が加算されたものとなっている。また、PSDセンサ11からは、x軸方向の電流とy軸方向の電流との和が、標的装置10にて受光された光量 Σ を示す信号として出力される。

【0060】PSDセンサ11から出力されたこれらの

信号は、増幅アンプ13aにおいてそれぞれ増幅されて出力される。

【0061】増幅アンプ13aから出力されたこれらの信号は、図4(a)に示すように、レーザー銃20から発射されたレーザー光30による波形部分1と、標的装置10にて受光した外光による波形部分2aとが加算された波形を有している。

【0062】一方、フォトダイオードセンサ12においては、標的装置10にて受光された外光のみに基づく電流が発生し、この電流による信号が増幅アンプ13bにて増幅されて出力される。

【0063】増幅アンプ13bから出力された信号は、図4(b)に示すように、標的装置10にて受光された外光による波形部分2bのみから構成された波形を有している。

【0064】増幅アンプ13a、13bから出力された信号は減算器14に入力され、減算器14において、図4(a)に示したような増幅アンプ13aから出力された信号から、図4(b)に示したような増幅アンプ13bから出力された信号が減算され、それにより、図4(c)に示すような、レーザー銃20から発射されたレーザー光30のみによる信号が抽出され、その後、図4(c)に示すような信号はA/Dコンバータ15及び着弾位置算出部16に入力される。

【0065】A/Dコンバータ15においては、減算器14から出力された信号がデジタル信号に変換され、このデジタル信号は着弾位置算出部16に入力される。

【0066】着弾位置算出部16においては、減算器14から出力された信号に基づいて、レーザー銃20から発射されるレーザー光30に含まれる着弾位置検出信号が検出されるとともに、A/Dコンバータ15から出力されたデジタル信号に基づいて、標的装置10に装着された標的板40におけるレーザー光30の着弾位置が算出される。

【0067】まず、減算器14から出力された信号が着弾位置算出部16に入力されると、着弾位置算出部16において、減算器14から出力された信号のうち光量 Σ を示す信号の電流値が電圧値に変換され、その電圧値に応じて、レーザー銃20から発射されるレーザー光30に含まれる、レーザー光30を識別するための着弾位置検出信号が検出される。

【0068】ここで、レーザー銃20においては、レーザー光30が発射された場合に、そのレーザー光30がレーザー銃20から発射されたものであることを識別するために所定の周期及び光量を有する着弾位置検出信号が出力されている。このため、着弾位置算出部16において、減算器14から出力された信号のうち光量 Σ を示す信号の電圧値を用いて、レーザー銃20から発射されるレーザー光30に含まれる着弾位置検出信号が検出されることにより、標的装置10にて受光されたレーザー

光がレーザー銃20から発射されたものであることが認識されることになる。

【0069】また、A/Dコンバータ15から出力された信号が着弾位置算出部16に入力されると、着弾位置算出部16において、A/Dコンバータ15から出力さ*

$$x = k (I_{x2} - I_{x1}) / (I_{x2} + I_{x1}) \quad (1)$$

$$y = k (I_{y2} - I_{y1}) / (I_{y2} + I_{y1}) \quad (2)$$

ここで、 $I_{x2} - I_{x1}$ と $I_{y2} - I_{y1}$ とがともに零となる光点位置は、PSDセンサ11の電氣的、機械的座標原点(0, 0)として定められる。標的板40は、PSDセンサ11に対して規定される許容範囲の精度で2次元的に位置決めされる必要がある。

【0071】また、上述した式を用いて算出された着弾位置(x, y)はPSDセンサ11の特性で光量Σによって影響を受けるため、着弾位置算出部16においては、その後、これら(x, y)の値を光量Σを示す信号で割ることにより、標的板40におけるレーザー光30の着弾位置が補正される。

【0072】このように、図1及び図3に示した標的装置10においては、PSDセンサ11から出力された電流による信号から、フォトダイオードセンサ12から出力された電流による信号を減算し、それにより、PSDセンサ11にて受光されたレーザー光30以外の外光による信号成分を除去し、外光による信号成分が除去された信号を用いて、レーザー光30の標的板40における着弾位置、並びにレーザー銃20から発射されたレーザー光30に含まれる着弾位置検出信号を検出し、それにより、ノイズの混入や誤動作を生じさせることなく、レーザー銃20から発射されたレーザー光30の標的板40における着弾位置が検出されている。

【0073】なお、本形態においては、標的装置10にて検出された標的板40における着弾位置や、着弾位置に応じた得点が表示用装置91にて表示されるものを例に挙げて説明したが、それらが標的装置10にて表示されることも考えられる。その場合、標的装置10において、標的板40における着弾位置に基づいて得点が算出されることになる。

【0074】また、本形態においては、PSDセンサ11にて発生したx軸方向の電流(I_{x1} , I_{x2})及びy軸方向の電流(I_{y1} , I_{y2})を用いて、標的装置10に装着された標的板40におけるレーザー光30の着弾位置を算出しているが、PSDセンサ11及びフォトダイオードセンサ12にて発生した電流を増幅アンプ13a, 13bの前段にて電圧値に変換し、着弾位置算出部16において、この電圧値を上述した電流値の代わりに用いて、標的装置10に装着された標的板40におけるレーザー光30の着弾位置を算出することも考えられる。

【0075】また、本形態においては、レーザー銃20から発射されたレーザー光30の標的板40における着

*れた信号のうち、レーザー光30の着弾位置に応じて発生した電流値 I_{x1} , I_{x2} , I_{y1} , I_{y2} を用いて以下の式によって、標的装置10に装着された標的板40におけるレーザー光30の着弾位置が算出される。

【0070】

弾位置を検出する標的装置10について説明したが、所定のパルス信号を有する光を受光し、光の受光位置を検出する光検出装置においても、同様の構成とすることにより、光学フィルタを用いることなく光の受光位置を検出することができる。

【0076】

【発明の効果】以上説明したように本発明においては、光を発射する光銃から発射された光が着弾する標的板が装着され、標的板における着弾位置を検出する標的装置であって、標的板に着弾した光の成分から外光成分を減算することにより外光成分を除去し、外光成分が除去された光の成分に基づいて、光銃から発射された光を認識するとともに標的板における光の着弾位置を検出する構成としたため、光学フィルタを用いて、標的板に着弾した光から特定の波長を有する光のみを抽出することなく、標的板におけるレーザー光の着弾位置を、ノイズの混入や誤動作を生じさせずに検出することができる。

【0077】また、所定のパルス信号を有する光を受光し、光の受光位置を検出する光検出装置であって、受光した光の成分から外光成分を減算することにより外光成分を除去し、外光成分が除去された光の成分に基づいて、パルス信号を検出するとともにパルス信号を有する光の受光位置を検出する構成を有するものにおいても、光学フィルタを用いて、受光した光から特定の波長を有する光のみを抽出することなく、受光した光の受光位置を、ノイズの混入や誤動作を生じさせずに検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の標的装置が用いられる射撃システムの実施の一形態を示す図である。

【図2】図1に示した標的板の一例を示す図である。

【図3】図1に示した標的装置の構成を示すブロック図である。

【図4】図1及び図3に示した標的装置の動作を説明するための図であり、(a)は増幅アンプから出力された信号の波形図、(b)は増幅アンプから出力された信号の波形図、(c)は減算器から出力された信号の波形図である。

【図5】レーザー光を発射するレーザー銃を用いて射撃を行う射撃システムの一構成例を示す図である。

【図6】図5に示した標的板の一例を示す図である。

【図7】図5に示した標的装置の構成を示すブロック図である。

【図8】図5及び図7に示した標的装置の動作を説明するための図であり、(a)は増幅アンプから出力された信号の波形図、(b)は増幅アンプから出力された信号の波形図、(c)は減算器から出力された信号の波形図である。

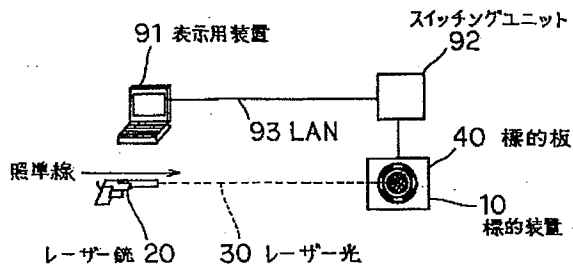
【符号の説明】

- 10 標的装置
11 PSDセンサ
12 フォトダイオードセンサ
13a, 13b 増幅アンプ

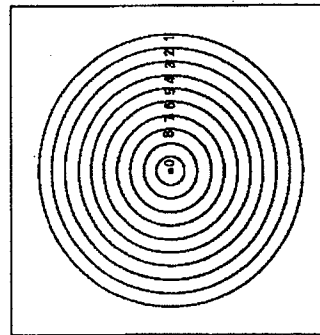
- *14 減算器
15 A/Dコンバータ
16 着弾位置算出部
20 レーザ銃
30 レーザー光
40 標的板
91 表示装置
92 スイッチングユニット
93 LAN

*10

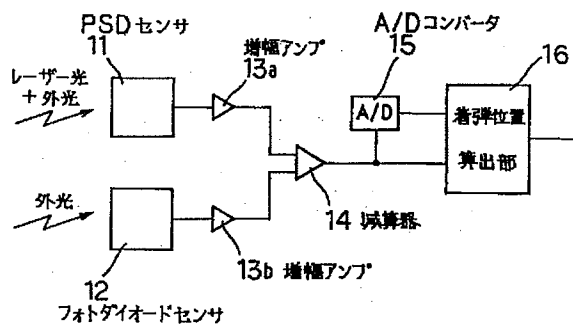
【図1】



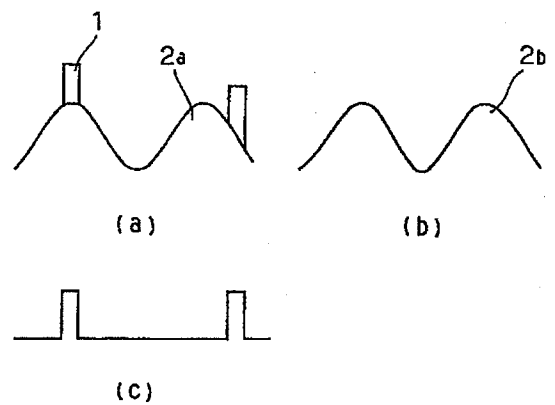
【図2】



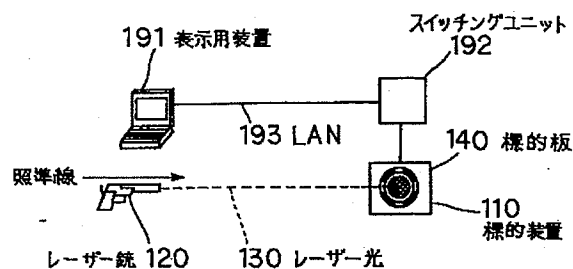
【図3】



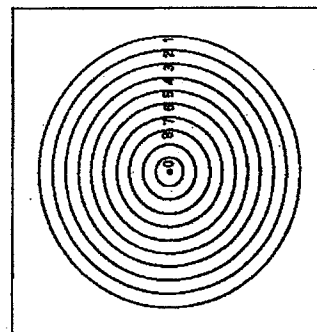
【図4】



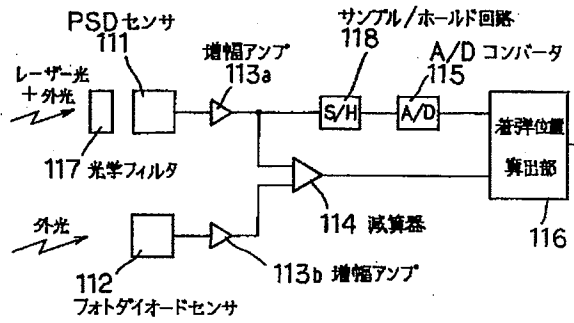
【図5】



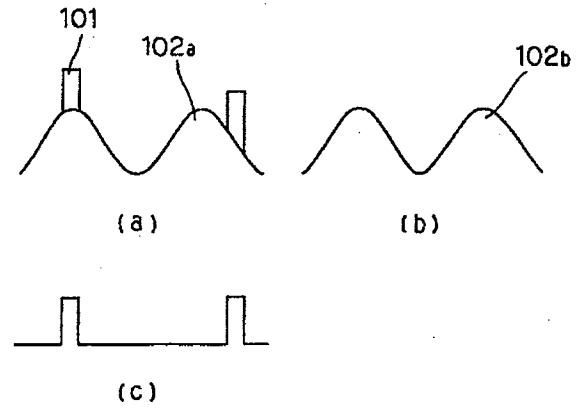
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C014 QA00 QB03
 2F065 AA00 AA03 DD04 FF23 GG06
 HH04 HH14 JJ03 JJ16 QQ03
 SS13